

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :

H04J 13/00

A2

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/14915

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum:

16. März 2000 (16.03.00)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE99/02779

(22) Internationales Anmeldedatum: 2. September 1999 (02.09.99)

(30) Prioritätsdaten:

198 40 974.5

8. September 1998 (08.09.98)

DE

199 07 083.0

19. Februar 1999 (19.02.99)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS  
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2,  
D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RAAF, Bernhard [DE/DE];  
Maxhofstrasse 62, D-81475 München (DE). MICHEL,  
Jürgen [DE/DE]; Frundsbergstrasse 44, D-80634 München  
(DE). LOBINGER, Andreas [DE/DE]; Schlierseer Strasse  
30, D-83734 Hausham (DE). BÖMER, Leopold [DE/US];  
12585 Swan Canyon Place, San Diego, CA 92131 (US).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München  
(DE).

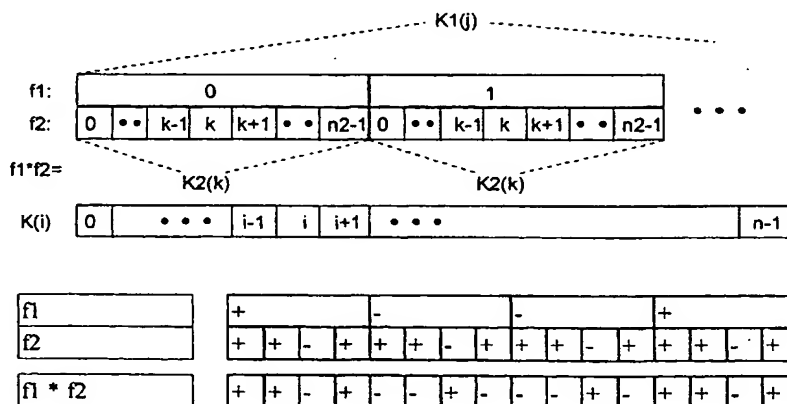
(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CN; IN, JP, KR, US, eu-  
ropäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR,  
GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(54) Title: METHOD FOR FORMING OR DETECTING A SIGNAL SEQUENCE AND TRANSMITTER UNIT AND RECEIVER UNIT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR BILDUNG BZW. ERMITTLUNG EINER SIGNALFOLGE, SENDEEINHEIT UND EMPFANG-  
SEINHEIT



(57) Abstract

The invention relates to the forming of signal sequences based on signal partial sequences, wherein the second signal partial sequence is repeated and modulated by the first signal partial sequence. The invention also relates to the utilization of said signal partial sequences to synchronize two transmission units with the purpose of simplifying calculation of correlation sums in a two-stage calculation method, wherein a partial correlation sum sequence is initially calculated.

### (57) Zusammenfassung

Bildung von Signalfolgen, die auf Signalteilfolgen basieren, wobei die zweite Signalteilfolge wiederholt wird und dabei durch die erste Signalteilfolge moduliert wird. Verwendung dieser Signalfolgen bei der Synchronisation zweier Übertragungseinheiten zur vereinfachten Berechnung von Korrelationssummen in einem zweistufigen Berechnungsverfahren, wobei zunächst eine Teilkorrelationssummenfolge berechnet wird.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbajdschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

Verfahren zur Bildung bzw. Ermittlung einer Signalfolge, Sendeeinheit und Empfangseinheit

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bildung einer insbesondere zum Zwecke der Synchronisation zumindest zweier Übertragungseinheiten zu übertragenden Signalfolge, sowie ein Verfahren zur Ermittlung dieser Signalfolge und entsprechende  
10 Sende- bzw. Empfangseinheiten.

Bei Signalübertragungssystemen, wie beispielsweise Mobilfunksystemen, ist es erforderlich, daß einer der Kommunikationspartner (erste Übertragungseinheit) bestimmte festgelegte Signale erkennt, die von einem anderen Kommunikationspartner  
15 (zweite Übertragungseinheit) ausgesandt werden. Dabei kann es sich beispielsweise um sogenannte Synchronisierungs-Bursts (Synchronisierungs-Funkblöcke) zur Synchronisierung zweier Synchronisationspartner, wie beispielsweise Funkstationen,  
20 oder um sogenannte Access-Bursts handeln.

Um derartige Empfangssignale gegenüber dem Umgebungsrauschen zuverlässig zu erfassen bzw. zu identifizieren, ist es bekannt, das Empfangssignal fortlaufend über eine festgelegte  
25 Zeitdauer mit einer vorgegebenen Signalfolge zu korrelieren und die Korrelationssumme über die Zeitdauer der vorgegebenen Signalfolge zu bilden. Der Bereich des Empfangssignals, der eine maximale Korrelationssumme ergibt, entspricht dem gesuchten Signal. Dem Synchronisationssignal von der Basisstation eines digitalen Mobilfunksystems ist beispielsweise eine  
30 Signalfolge als sogenannte Trainingssequenz vorgeschaltet, die auf die eben beschriebene Weise in der Mobilstation durch Korrelation mit der abgespeicherten Signalfolge erfaßt oder ermittelt wird. So können die Mobilstationen mit der Basis-  
35 station synchronisiert werden.

Auch in der Basisstation sind derartige Korrelationsberechnungen beispielsweise bei der Random-Access-Channel (RACH)-Detektion erforderlich. Außerdem wird eine Korrelationsberechnung auch zur Bestimmung der Kanalimpulsantwort und der Signallaufzeiten empfangener Signalbursts durchgeführt.

Die Korrelationssumme wird dabei wie folgt berechnet:

$$S_m = \sum_{i=0}^{n-1} E(i+m) * K(i)$$

10

wobei  $E(i)$  eine aus dem Empfangssignal abgeleitete Empfangssignalfolge und  $K(i)$  die vorgegebene Signalfolge ist, wobei  $i$  von 0 bis  $n-1$  läuft. Die Korrelationssumme  $S_m$  wird aufeinanderfolgend für mehrere zeitlich versetzte, aus dem Empfangssignal gewonnene Signalfolgen  $E(i)$  berechnet, und dann der maximale Wert von  $S_m$  bestimmt. Sollen  $k$  aufeinanderfolgende Korrelationssummen berechnet werden, so beträgt der Berechnungsaufwand  $k * n$  Operationen, wobei eine Multiplikation und Addition zusammen als eine Operation gezählt wird.

20

Die Berechnung der Korrelationssummen ist daher sehr aufwendig und erfordert, insbesondere bei Real-Time-Anwendungen wie Sprachkommunikation oder Bildtelefonie oder in CDMA-Systemen, leistungsfähige und daher teure Prozessoren, die bei der Berechnung einen hohen Stromverbrauch aufweisen. Beispielsweise ist zur Synchronisation des sich in der Standardisierung befindlichen UMTS-Mobilfunksystems eine bekannte Signalfolge der Länge 256 Chips (bei CDMA wird ein übertragenes Bit auch Chip genannt) zu ermitteln. Die Folge wird alle 2560 Chips wiederholt. Da die Mobilstation anfangs asynchron zum Chiptakt arbeitet, muß das Empfangssignal überabgetastet werden, um auch bei ungünstiger Abtastlage noch ein ausreichendes Signal zu erhalten. Dies führt aufgrund der Abtastung der I- und Q-Komponente zu  $256 * 2560 * 2 * 2 = 2621440$  Operationen.

35

Der Erfindung liegt auch die Aufgabe zugrunde, Verfahren und Anordnungen anzugeben, die es erlauben, Signalfolgen zu bilden, und damit Signalfolgen anzugeben, die in übertragenen Empfangssignalfolgen leicht zu ermitteln sind. Der Erfindung  
5 liegt auch die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und Anordnungen anzugeben, die es erlauben, diese Signalfolgen durch die Bildung von Korrelationssummen vergleichsweise einfach zu ermitteln.

10 Gelöst wird die Aufgabe durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Erfindung beruht auf dem Gedanken, Signalfolgen zu bilden, indem eine zweite Signalteilfolge der Länge  $n_2$   $n_1$  mal  
15 wiederholt wird und dabei mit der ersten Signalteilfolge moduliert wird.

Dadurch können Signalfolgen gebildet werden, die, wenn sie in  
20 einer Empfangssignalfolge enthalten sind, leicht ermittelt werden können.

Durch die Angabe des Verfahrens zur Bildung von Signalfolgen liegen auch die Signalfolgen, die durch ein derartiges Verfahren gebildet werden können oder erhältlich sind, im Rahmen  
25 der Erfindung. Insbesondere auch deren Verwendung in Datenübertragungssystemen, insbesondere zum Zwecke der Synchronisation einer Mobilstation mit einer Basisstation

30 Zur Ermittlung einer in einer Empfangssignalfolge enthaltenen vorgegebenen Signalfolge mittels der Bestimmung von Korrelationssummen wird eine Teilkorrelationssummenfolge der zweiten Signalteilfolge mit entsprechenden Teilen der Empfangssignalfolge berechnet. Zur Berechnung einer Korrelationssumme werden  
35  $n_1$  Elemente der Teilkorrelationssummenfolge ausgewählt und im Sinne eines Skalarproduktes mit der ersten Signalteilfolge multipliziert.

Bei einer Weiterbildung der Erfindung werden einmal berechnete Teilkorrelationssummen abgespeichert und zur Berechnung weiterer Korrelationssummen verwendet.

5

So ist es möglich, bei der Berechnung weiterer Korrelationssummen vorher schon berechnete Teilkorrelationssummen zu verwenden und so den Rechenaufwand enorm zu verringern.

10 Unter Empfangssignalfolge versteht man auch eine Signalfolge, die beispielsweise durch eine Demodulation, Filterung, Derotation, Skalierung oder Analog-/Digitalwandlung aus einem empfangenen Signal abgeleitet wurde.

15 Im folgenden wird die Erfindung anhand verschiedener Ausführungsbeispiele näher beschrieben, zu deren Erläuterung die nachfolgend aufgelisteten Figuren dienen:

Figur 1 schematische Darstellung eines Mobilfunknetzes

20

Figur 2 Blockschaltbild einer Funkstation

Figur 3 herkömmliches Verfahren zur Berechnung von Korrelationssummen

25

Figur 4 Darstellung erfindungsgemäßer Signalfolgen und Signalteilfolgen

Figur 5 schematische Darstellung der Bildung der erfindungsgemäßen Signalfolge

30

Figur 6,7 und 8 schematische Darstellung eines Verfahrens zur Berechnung einer Korrelationssumme

35 Figur 9 und 10 schematische Darstellung einer Ausführungsvariante eines Verfahrens zur Bildung der Korrelationssumme.

In Figur 1 ist ein zellulares Mobilfunknetz, wie beispielsweise das GSM (Global System for Mobile Communication)-System dargestellt, das aus einer Vielzahl von Mobilvermittlungsstellen MSC besteht, die untereinander vernetzt sind, bzw. den Zugang zu einem Festnetz PSTN/ISDN herstellen. Ferner sind diese Mobilvermittlungsstellen MSC mit jeweils zumindest einem Basisstationscontroller BSC verbunden, der auch durch ein Datenverarbeitungssystem gebildet sein kann. Eine ähnliche Architektur findet sich auch in einem UMTS (Universal Mobile Telecommunication System).

Jeder Basisstationscontroller BSC ist wiederum mit zumindest einer Basisstation BS verbunden. Eine solche Basisstation BS ist eine Funkstation, die über eine Funkschnittstelle eine Funkverbindung zu anderen Funkstationen, sogenannten Mobilstationen MS aufbauen kann. Zwischen den Mobilstationen MS und der diesen Mobilstationen MS zugeordneten Basisstation BS können mittels Funksignalen Informationen innerhalb von Funkkanälen  $f$  die innerhalb von Frequenzbändern  $b$  liegen, übertragen werden. Die Reichweite der Funksignale einer Basisstation definieren im wesentlichen eine Funkzelle FZ.

Basisstationen BS und ein Basisstationscontroller BSC können zu einem Basisstationssystem BSS zusammengefaßt werden. Das Basisstationssystem BSS ist dabei auch für die Funkkanalverwaltung bzw. -zuteilung, die Datenratenanpaßung, die Überwachung der Funkübertragungsstrecke, Hand-Over-Prozeduren, und im Falle eines CDMA-Systems für die Zuteilung der zu verwendenden Spreizcodesets, zuständig und übermittelt die dazu nötigen Signalisierungsinformationen zu den Mobilstationen MS.

Im Falle eines Duplex-Systems können bei FDD (Frequency Division Duplex)-Systemen, wie dem GSM-System, für den Uplink  $u$  (Mobilstation (Sendeeinheit) zur Basisstation (Empfangseinheit)) andere Frequenzbänder vorgesehen sein als für den Downlink  $d$  (Basisstation (Sendeeinheit) zur Mobilstation (Empfangseinheit)). Innerhalb der unterschiedlichen Frequenz-

bänder  $b$  können durch ein FDMA (Frequency Division Multiple Access) Verfahren mehrere Frequenzkanäle  $f$  realisiert werden.

Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung versteht man unter Übertragungseinheit auch Kommunikationseinheit, Sendeeinheit, Empfangseinheit, Kommunikationsendgerät, Funkstation, Mobilstation oder Basisstation. Im Rahmen dieser Anmeldung verwendete Begriffe und Beispiele beziehen sich auch oft auf ein GSM-Mobilfunksystem; sie sind jedoch keineswegs darauf beschränkt, sondern können anhand der Beschreibung von einem Fachmann auch leicht auf andere, gegebenenfalls zukünftige, Mobilfunksysteme, wie CDMA-Systeme, insbesondere Wide-Band-CDMA-Systeme abgebildet werden.

Mittels Vielfachzugriffsverfahren können Daten über eine Funkschnittstelle effizient übertragen, separiert und einer oder mehreren bestimmten Verbindungen bzw. dem entsprechenden Teilnehmer zugeteilt werden. Dazu kann ein Zeitvielfachzugriff TDMA, ein Frequenzvielfachzugriff FDMA, ein Codevielfachzugriff CDMA oder eine Kombination aus mehreren dieser Vielfachzugriffsverfahren eingesetzt werden.

Beim FDMA wird das Frequenzband  $b$  in mehrere Frequenzkanäle  $f$  zerlegt; diese Frequenzkanäle werden durch den Zeitvielfachzugriff TDMA in Zeitschlitzte  $t_s$  aufgeteilt. Die innerhalb eines Zeitschlitzes  $t_s$  und eines Frequenzkanals  $f$  übertragenen Signale können durch verbindungsindividuelle den Daten aufmodulierte Spreizcodes, sogenannte CDMA-Codes  $cc$  separiert werden.

Die so entstehenden physikalischen Kanäle werden nach einem festgelegten Schema logischen Kanälen zugeordnet. Bei den logischen Kanälen unterscheidet man grundsätzlich zwei Arten: Signalisierungskanäle (bzw. Steuerkanäle) zur Übertragung von Signalisierungsinformationen (bzw. Steuerinformationen) und Verkehrskanäle (Traffic Channel TCH) zur Übertragung von Nutzdaten.

Die Signalisierungskanäle werden weiter unterteilt in:

- Broadcast Channels
- Common Control Channels
- Dedicated/Access Control Channel DCCH/ACCH

5 Zu der Gruppe der Broadcast Channels gehören der Broadcast Control Channel BCCH, durch den die MS funktechnische Informationen vom Basisstationssystem BSS erhält, der Frequency Correction Channel FCCH und der Synchronization Channel SCH. Zu den Common Control Channels gehört der Random Access Channel RACH. Die zur Realisierung dieser logischen Kanäle über-  
10 tragenen Funkblöcke oder Signalfolgen können dabei für unterschiedliche Zwecke Signalfolgen  $K(i)$  sog. Korrelationsfolgen enthalten, bzw. auf diesen logischen Kanälen können für unterschiedliche Zwecke Signalfolgen  $K(i)$  übertragen werden.

15

Im folgenden wird beispielhaft ein Verfahren zur Synchronisation einer Mobilstation MS mit einer Basisstation BS erläutert: Während eines ersten Schritts der anfänglichen Basisstationssuche oder Zellensuche (initial cell search procedure) verwendet die Mobilstation den primären Synchronisationskanal (primary synchronisation channel SCH (PSC)), um eine Zeitschlitzsynchronisation mit der stärksten Basisstation zu erreichen. Dies kann durch einen angepaßten Filter (matched filter) oder eine entsprechende Schaltung gewährleistet werden, der an den primären Synchronisationscode  $c_p$ , der von allen Basisstationen ausgesendet wird, angepaßt ist. Dabei wird  
25 von allen Basisstationen BS der gleiche primäre Synchronisationscode  $c_p$  der Länge 256 ausgesendet.

30 Die Mobilstation ermittelt mittels Korrelation aus einer Empfangsfolge die empfangenen Signalfolgen  $K(i)$  nach einem Prinzip, das in den Figuren 6 bis 11 und zugehöriger Beschreibung erläutert ist. Dabei werden am Ausgang eines angepaßten Filters (matched Filter) für jede empfangene Signalfolge jeder  
35 sich innerhalb des Empfangsbereichs der Mobilstation befindlichen Basisstation Peaks ausgegeben. Die Detektion der Position des stärksten Peaks ermöglicht die Ermittlung des Ti-

mings der stärksten Basisstation modulo der Schlitzlänge. Um eine größere Verlässlichkeit zu gewährleisten, kann der Ausgang des angepaßten Filters über die Anzahl der Zeitschlitze nicht-kohärent akkumuliert werden. Die Mobilstation führt also eine Korrelation über eine Signalfolge der Länge 256 Chips als Matched-Filter-Operation durch.

Der Synchronisationscode  $cp$  ist dabei entsprechend einer Signalfolge  $K(i)$  nach einem Prinzip, wie in Figur 5 und zugehöriger Beschreibung erläutert, gebildet oder kann derart gebildet sein oder ist derart erhältlich. Die Signalfolge  $K(i)$  bzw. der Synchronisationscode  $cp$  der Länge 256 ist dabei aus zwei Signalteilfolgen  $K1(j), K2(k)$ , die jeweils die Länge 16 aufweisen, gebildet oder kann derart gebildet werden. Diese Signalteilfolgen bilden dabei ein Signalteilfolgenpaar  $(K1(j); K2(k))$ .

Eine derart erhältliche Signalfolge  $K(i)$  kann dabei auch "hierarchische Signalfolge" genannt werden. Eine Signalteilfolge kann auch "kurze Korrelationsfolge" genannt werden.

Figur 2 zeigt eine Funkstation, die eine Mobilstation MS sein kann, bestehend aus einer Bedieneinheit oder Interface-Einheit MMI, einer Steuereinrichtung STE, einer Verarbeitungseinrichtung VE, einer Stromversorgungseinrichtung SVE, einer Empfangseinrichtung EE und ggf. einer Sendeeinrichtung SE.

Die Steuereinrichtung STE besteht im wesentlichen aus einem programmgesteuerten Mikrocontroller MC, der schreibend und lesend auf Speicherbausteine SPE zugreifen kann. Der Mikrocontroller MC steuert und kontrolliert alle wesentlichen Elemente und Funktionen der Funkstation.

Die Verarbeitungseinrichtung VE kann auch durch einen digitalen Signalprozessor DSP gebildet sein, der ebenfalls auf Speicherbausteine SPE zugreifen kann. Durch die Verarbei-

tungseinrichtung VE können auch Additions- und Multiplikationsmittel realisiert sein.

- In den flüchtigen oder nicht flüchtigen Speicherbausteinen
- 5 SPE sind die Programmdaten, die zur Steuerung der Funkstation und des Kommunikationsablaufs, insbesondere auch der Signalisierungsprozeduren, benötigt werden und während der Verarbeitung von Signalen entstehende Informationen gespeichert. Außerdem können darin Signalfolgen  $K(i)$ , die zu Korrelations-
- 10 zwecken verwendet werden, und Zwischenergebnisse von Korrelationssummenberechnungen gespeichert werden. Die im Rahmen der Erfindung liegenden Signalfolgen  $K(i)$  können also in der Mobilstation und/oder der Basisstation abgespeichert sein.
- 15 Es ist auch möglich, daß ein oder mehrere Signalteilfolgen oder Signalteilfolgenpaare  $(K1(j); K2(k))$  in der Mobilstation und/oder der Basisstation abgespeichert sind. Es ist auch möglich, daß in der Mobilstation und/oder der Basisstation eine Signalfolge  $K(i)$  aus einem Signalteilfolgenpaar
- 20  $(K1(j); K2(k))$  gebildet wird.

- Insbesondere kann in einer Basisstation oder in allen Basisstationen eines Systems eine Signalfolge  $K(i)$  abgespeichert sein, die in festen oder variablen Abständen zu Synchronisationszwecken ausgesendet wird. In der Mobilstation MS ist das
- 25 Signalteilfolgenpaar  $(K1(j); K2(k))$ , aus dem die in der Basisstation abgespeicherte Signalfolge  $K(i)$  bildbar ist oder gebildet werden kann, abgespeichert und wird zur Synchronisation der Mobilstation mit einer Basisstation zur rechenauf-
- 30 wandsgünstigen Korrelationssummenberechnung herangezogen.

- Die Speicherung der Signalfolgen bzw. der Signalteilfolgen kann auch durch eine Speicherung entsprechender Informationen in beliebig codierter Form erfolgen und durch Mittel zur
- 35 Speicherung, wie beispielsweise flüchtige und/oder nicht-flüchtige Speichereinbausteine oder durch entsprechend konfigurierte Addierer- oder Multiplizierereingänge oder entspre-

chende gleichwirkende Hardwareausgestaltungen realisiert sein.

Der Hochfrequenzteil HF besteht ggf. aus der Sendeeinrichtung SE, mit einem Modulator und einem Verstärker V und einer Empfangseinrichtung EE mit einem Demodulator und ebenfalls einem Verstärker. Durch Analog/Digitalwandlung werden die analogen Audiosignale und die analogen von der Empfangseinrichtung EE stammenden Signale in digitale Signale gewandelt und vom digitalen Signalprozessor DSP verarbeitet. Nach der Verarbeitung werden ggf. die digitalen Signale durch Digital/Analogwandlung in analoge Audiosignale oder andere Ausgangssignale und analoge der Sendeeinrichtung SE zuzuführende Signale gewandelt. Dazu wird gegebenenfalls eine Modulation bzw. Demodulation durchgeführt.

Der Sendeeinrichtung SE und der Empfangseinrichtung EE wird über den Synthesizer SYN die Frequenz eines spannungsgeregelten Oszillators VCO zugeführt. Mittels des spannungsgesteuerten Oszillators VCO kann auch der Systemtakt zur Taktung von Prozessoreinrichtungen der Funkstation erzeugt werden.

Zum Empfang und zum Senden von Signalen über die Luftschnittstelle eines Mobilfunksystems ist eine Antenneneinrichtung ANT vorgesehen. Bei einigen bekannten Mobilfunksystemen, wie dem GSM (Global System for Mobile Communication) werden die Signale zeitlich gepulst in sogenannten bursts empfangen und gesendet.

Bei der Funkstation kann es sich auch um eine Basisstation BS handeln. In diesem Fall wird das Lautsprecherelement und das Mikrophonelement der Bedieneinheit MMI durch eine Verbindung zu einem Mobilfunknetz, beispielsweise über einen Basisstationscontroller BSC bzw. eine Vermittlungseinrichtung MSC ersetzt. Um gleichzeitig Daten mit mehreren Mobilstationen MS auszutauschen, verfügt die Basisstation BS über eine entsprechende Vielzahl von Sende- bzw. Empfangseinrichtung.

In Figur 3 ist eine Empfangssignalfolge  $E(1)$ , bei der es sich auch um ein von einem Empfangssignal abgeleitete Signalfolge handeln kann, der Länge  $w$  dargestellt. Zur Berechnung einer ersten Korrelationssumme  $S_0$  entsprechend eingangs angegebener Formel werden Elemente eines ersten Abschnitts dieser Empfangssignalfolge  $E(1)$  paarweise mit den entsprechenden Elementen der Signalfolge  $K(i)$  der Länge  $n$  multipliziert, und die Länge der resultierenden Teilergebnisse zur Korrelationssumme  $S_0$  aufaddiert.

Zur Berechnung einer weiteren Korrelationssumme  $S_1$  wird die Signalfolge  $K(i)$  wie in der Figur bildlich dargestellt um ein Element nach rechts verschoben und die Elemente der Signalfolge  $K(i)$  mit den entsprechenden Elementen der Signalfolge  $E(1)$  paarweise multipliziert, und durch eine Summation der entstehenden Teilergebnisse wieder die Korrelationssumme  $S_1$  gebildet.

Die paarweise Multiplikation der Elemente der Signalfolge mit entsprechenden Elementen der Empfangssignalfolge und die anschließende Summation kann auch in Vektorschreibweise als die Bildung eines Skalarproduktes beschrieben werden, sofern man jeweils die Elemente der Signalfolge und die Elemente der Empfangssignalfolge zu einem Vektor eines kartesischen Koordinatensystems zusammenfaßt:

$$S_0 = \begin{pmatrix} K(0) \\ \vdots \\ K(i) \\ \vdots \\ K(n-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E(0) \\ \vdots \\ E(i) \\ \vdots \\ E(n-1) \end{pmatrix} = K(0) * E(0) + \dots + K(i) * E(i) + \dots + K(n-1) * E(n-1)$$

$$S1 = \begin{pmatrix} K(0) \\ \vdots \\ K(i) \\ \vdots \\ K(n-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E(1) \\ \vdots \\ E(i+1) \\ \vdots \\ E(n) \end{pmatrix} = K(0) * E(1) + \dots + K(i) * E(i+1) + \dots + K(n-1) * E(n)$$

In den so ermittelten Korrelationssummen S kann das Maximum gesucht werden, das Maximum der Korrelationssummen S mit einem vorgegebenen Schwellwert verglichen werden, und so ermittelt werden, ob in dem Empfangssignal E(1) die vorgegebene Signalfolge K(i) enthalten ist, und wenn ja, wo im Empfangssignal E(1) sie sich befindet, und so zwei Funkstationen miteinander synchronisiert werden bzw. Daten, denen ein individueller Spreizcode in Form einer Signalfolge K(i) aufmoduliert wurde, detektiert werden.

In Figur 4 ist wieder die Empfangssignalfolge E(1) und als Korrelationsfolge eine Signalfolge K(i), die auf den Signalteilfolgen K1(j), K2(k) basiert, dargestellt.

In Figur 5 ist die Bildung einer Signalfolge K(i) dargestellt, die auf zwei Signalteilfolgen K2(k) der Länge n2 und K1(j) der Länge n1 basiert. Dazu wird die Signalteilfolge K2(k) n1 mal wiederholt, und dabei durch die Signalteilfolge K1(j) moduliert. Die Bildung der Signalfolge K(i) lässt sich mathematisch auch durch folgende Formel ausdrücken:

$$K(i) = K2(i \bmod n2) * K1(i \operatorname{div} n2), \text{ für } i = 0 \dots n1 * n2 - 1$$

Dies entspricht für den Fall n1 = n2 folgender Beziehung:

$$K(i) = K2(i \bmod n1) * K1(i \operatorname{div} n2).$$

Dabei bezeichnet mod den ganzzahligen Rest einer Division und div das ganzzahlige Ergebnis einer Division.

Dies ist bildlich dargestellt durch eine Folge  $f_2$ , die aus den wiederholten, nacheinander abgebildeten Signalteilfolgen  $K_2(k)$  besteht, und eine Folge  $f_1$ , die durch eine gedehnte Signalteilfolge  $K_1(j)$  über der Folge  $f_2$  abgebildet ist.

5

Durch eine Multiplikation der Elemente der Folge  $f_2$  mit den entsprechenden über der Folge  $f_2$  abgebildeten Elementen der Folge  $f_1$  entsteht die neue Signalfolge  $K(i)$  der Länge  $n$ . Diese Erzeugung einer Signalfolge  $K(i)$  ist unten im Bild noch einmal anhand eines Beispiels zweier binärer Signalteilfolgen der Länge 4 dargestellt.

Natürlich ist die Erfindung nicht auf Signalteilfolgen der Länge 4 bzw. Signalfolgen der Länge 16 beschränkt. Auch ist die Erfindung nicht auf die oben verwendete mathematische Beschreibung beschränkt.

Beispielsweise entspricht inhaltlich folgende Darstellung für Signalteilfolgen der Länge 16 bzw. Signalfolgen der Länge 256 der oben verwendeten mathematischen Darstellung und ist daher ebenfalls in der Erfindung enthalten:

$a$  ist eine Signalteilfolge der Länge 16  
 $a = \langle x_1, x_2, \dots, x_{16} \rangle;$

25

die Signalfolge  $y$  der Länge 256 wird generiert durch die 16 fache Wiederholung der Signalteilfolge  $a$ , wobei  $a$  durch eine zweite Signalteilfolge der Länge 16 moduliert wird:

$y = \langle a, a, a, \underline{a}, \underline{a}, a, \underline{a}, \underline{a}, a, a, a, \underline{a}, a, \underline{a}, a, a \rangle$ , wobei durch den doppelten Unterstrich die zweite Signalteilfolge und die Modulation durch die zweite Signalteilfolge angezeigt wird.

Die so gebildete Signalfolge der Länge 256 kann beispielsweise zu Synchronisationszwecken als primärer Synchronisationscode  $cp$  der Länge 256 ausgesendet werden.

Derart gebildete Signalfolgen  $K(i)$  können zur vereinfachten Berechnung von Korrelationssummen dieser Signalfolgen  $K(i)$  mit Empfangssignalfolgen  $E(l)$  genutzt werden.

5

Eine schematische Darstellung einer derartigen vereinfachten und somit auch schnelleren und aufwandgünstigeren Berechnung von Korrelationssummen  $S$  ist in den Figuren 6 bis 8 dargestellt, auf die im folgenden eingegangen wird.

10

Zunächst wird eine Teilkorrelationssumme  $TS(z)$  gebildet. Dazu wird beispielsweise für das erste Element der Teilkorrelationssummenfolge  $TS(0)$  die Korrelationssumme der zweiten Signalteilfolge  $K2(k)$  mit dem entsprechenden Abschnitt der Empfangssignalfolge  $E(l)$  gebildet.

15

$$TS(0) = \begin{pmatrix} K2(0) \\ \vdots \\ K2(k) \\ \vdots \\ K2(n2-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E(0) \\ \vdots \\ E(k) \\ \vdots \\ E(n2-1) \end{pmatrix} = K2(0) * E(0) + \dots + K2(k) * E(k) + \dots + K2(n2-1) * E(n2-1)$$

Für das zweite Element der Teilkorrelationssummenfolge  $TS(1)$  wird die zweite Signalteilfolge  $K2(k)$  wie bildlich dargestellt um ein Element verschoben und ebenfalls die Korrelationssumme mit dem entsprechenden Element der Empfangssignalfolge  $E(l)$  gebildet usw.

20

$$TS(1) = \begin{pmatrix} K2(0) \\ \vdots \\ K2(k) \\ \vdots \\ K2(n2-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E(1) \\ \vdots \\ E(k+1) \\ \vdots \\ E(n2) \end{pmatrix} = K2(0) * E(1) + \dots + K2(k) * E(k+1) + \dots + K2(n2-1) * E(n2)$$

25

Das  $n$ -te Element der Teilkorrelationssummenfolge  $TS(n1*n2-1)$  wird nach  $n-1$  Verschiebungen der zweiten Signalteilfolge  $K2(k)$  gegenüber der Empfangssignalfolge  $E(l)$  entsprechend berechnet.

30

$$\begin{aligned}
 TS(n-1) &= \begin{pmatrix} K2(0) \\ \vdots \\ K2(k) \\ \vdots \\ K2(n2-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E(n-1) \\ \vdots \\ E(k+n-1) \\ \vdots \\ E(n2+n-2) \end{pmatrix} = \\
 &= K2(0) * E(n-1) + \dots + K2(k) * E(k+n-1) + \dots + K2(n2-1) * E(n2+n-2)
 \end{aligned}$$

- Die so entstehende Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  ist im
- 5 oberen Bereich der Figur 7 dargestellt. Aus dieser Teilkorrelationssummenfolge wird nun jedes  $n2$ -te-Element ausgewählt und mit dem entsprechenden Element der ersten Signalteilfolge  $K1(j)$  paarweise multipliziert.
- 10 Faßt man die ausgewählten Elemente der Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  und die erste Signalteilfolge  $K1(j)$  jeweils zu Vektoren zusammen, so wird die erste Korrelationssumme  $S0$  durch das Skalarprodukt dieser beiden Vektoren erzeugt.

$$\begin{aligned}
 S0 &= \begin{pmatrix} K1(0) \\ \vdots \\ K1(j) \\ \vdots \\ K1(n1-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} TS(0) \\ \vdots \\ TS(j * n2 - 1) \\ \vdots \\ TS((n1-1) * n2 - 1) \end{pmatrix} = K1(0) * TS(0) + \dots + K1(j) * TS(j * n2 - 1) + \dots \\
 15
 \end{aligned}$$

- Figur 7 zeigt im unteren Bereich die entsprechende Berechnung weiterer Korrelationssummen  $S1$  bzw.  $S2$  durch die Auswahl  $n2$ -ter um 1 bzw. 2 rechts von den als erstes ausgewählten Elementen liegenden Elemente:
- 20

$$\begin{aligned}
 S1 &= \begin{pmatrix} K1(0) \\ \vdots \\ K1(j) \\ \vdots \\ K1(n1-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} TS(1) \\ \vdots \\ TS(j * n2) \\ \vdots \\ TS((n1-1) * n2) \end{pmatrix} = K1(0) * TS(0) + \dots + K1(j) * TS(j * n2) + \dots
 \end{aligned}$$

Durch die Speicherung einmal berechneter Teilkorrelationssummen TS kann auf diese bei der späteren Berechnung von weiteren Korrelationssummen zurückgegriffen werden, und somit auf die entsprechenden Rechenschritte verzichtet werden.

5

Je nach Ausführungsvariante kann entweder zunächst die komplette Teilkorrelationssummenfolge TS(z) über die ganze Empfangssignalfolge E(l) berechnet werden und dann die einzelnen Korrelationssummen oder erst bei Bedarf zur Berechnung einer neuen Korrelationssumme die entsprechenden zusätzlich benötigten Teilkorrelationssummen berechnet werden.

Figur 8 zeigt nochmals das aus zwei Schritten bestehende Verfahren zur Berechnung von Korrelationssummen S, diesmal anhand des in Figur 5 dargestellten Beispiels zweier binärer Signalteilstfolgen der Länge 4.

In einem ersten Schritt werden die Teilkorrelationssummen TS(z) der zweiten Signalteilstfolge K2(k) ++--+ mit entsprechenden Abschnitten der Empfangssignalfolge E(l) berechnet, und dann in einem zweiten Schritt jedes vierte Element der so erzeugten Teilkorrelationssummenfolge TS(z) ausgewählt, mit dem entsprechenden Element der ersten Signalteilstfolge K1(j) +--+ multipliziert und zur Korrelationsfolge S0 aufsummiert.

25

Die dick gezeichneten Linien stellen dabei die neu durchzuführenden Berechnungsschritte dar für die Berechnung einer weiteren Korrelationssumme S1, für den Fall, daß die übrigen Teilkorrelationssummen TS schon zuvor berechnet und abgespeichert wurden.

30

Diese Ausführungsvariante kann möglichst speichereffizient durchgeführt werden, wenn zunächst jede n2-te Teilkorrelationssumme berechnet wird. Dazu werden die Abtastwerte zwischengespeichert.

35

Die Figuren 9 bis 10 stellen eine andere Ausführungsvariante zur vereinfachten Berechnung von Korrelationssummen  $S$  anhand des schon oben erwähnten Beispiels zweier binärer Signalteilstfolgen der Länge 4 vor.

5

Dabei wird zunächst jedes 4. Element der Empfangssignalfolge  $E(l)$  ausgewählt und die Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  der so ausgewählten Elemente mit der Signalteilstfolge  $K1(j)$  gebildet. Aus der so entstehenden Teilkorrelationssummenfolge

10  $TS(z)$  werden jeweils 4 aufeinander folgende Elemente ausgewählt, paarweise mit entsprechenden Elementen der Signalteilstfolge  $K2(k)$  multipliziert und die resultierenden Teilergebnisse zur Korrelationssumme  $S$  aufsummiert. Dabei stellen wieder die dick gezeichneten Linien die zusätzlich nötigen  
15 Schritte zur Berechnung einer weiteren Korrelationssumme  $S1$  dar, für den Fall, daß die anderen Teilkorrelationssummen  $TS$  zuvor schon berechnet und abgespeichert wurden.

Figur 10 zeigt nochmals die Berechnung einer ersten Korrelationssumme  $S0$  bei der zunächst jedes 4. Element der Empfangssignalfolge  $E(l)$  ausgewählt wird, diese Elemente mit entsprechenden Elementen der ersten Signalteilstfolge  $K1(j)$  +--+ multipliziert werden und durch Summation der Teilergebnisse die Teilkorrelationssumme  $TS(0)$  berechnet wird. In einem zweiten  
25 Schritt werden die ersten vier aufeinander folgenden Elemente der Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  mit den entsprechenden Elementen der zweiten Signalteilstfolge  $K2(k)$  +--+ multipliziert und die entstehenden Teilergebnisse zur Korrelationssumme  $S0$  aufsummiert.

30

Bei dieser Ausführungsvariante wird weniger Speicher zum Zwischenspeichern der Teilkorrelationssummen benötigt, wenn die Summen sukzessive berechnet werden.

35 Bei einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung werden als Signalteilstfolgen Barker-Folgen verwendet, da diese, bezogen auf die Länge, die bestmöglichen Autokorrelationsei-

genschaften bieten. Für die o.g. Verfahren eignet sich insbesondere die Verwendung einer Signalfolge der Länge 169, die durch zwei Barker-Signalteilfolgen der Länge 13 gebildet werden. Eine solche Folge kann insbesondere in einem UMTS-  
5 Mobilfunksystem vorteilhaft eingesetzt werden.

Je nach Ausführungsvariante können die Elemente der Signalteilfolgen Werte auf dem Einheitskreis, beliebige reelle Werte oder beliebige komplexe Werte annehmen.

10

Ferner sieht eine weitere Ausgestaltung der Erfindung vor, zwei Signalteilfolgen gleicher Länge zu verwenden. Es ist auch möglich für die beiden Signalteilfolgen die gleiche Folge zu verwenden. Auch kann es vorteilhaft sein, als zweite  
15 Signalteilfolge die gespiegelte erste Signalteilfolge zu verwenden:  $K1(j) = K2(n1-j)$ .

Es ist auch möglich eine verkürzte Signalfolge mit weniger als  $n1 * n2$  Werten zu verwenden. Zur Berechnung der Korrelationssummen wird in diesem Fall das letzte Element der Teil-  
20 korrelationssummenfolge (zur Berechnung einer neuen Korrelationssumme) zunächst verkürzt berechnet und dann (um die für die folgenden Korrelationssummen benötigte Teilkorrelationssummenfolge zu berechnen) komplett berechnet. Dies erlaubt  
25 die Generierung von Siganlfolgen beliebiger Länge.

In oben eingeführter Nomenklatur wird also eine verkürzte Signalfolge  $Ks(i)$  verwendet, deren Länge  $ns$  kleiner ist als  $n1*n2$ . Es sei  $ns = n1*n2 - \delta$ .  $n1$  läßt sich so wählen, daß  
30 gilt  $\delta < n2$ .

Die Berechnung wird analog zum bereits geschilderten Verfahren durchgeführt, nur daß zusätzlich verkürzte Teilkorrelationsfolgen TSs berechnet werden, deren Länge ebenfalls um  $\delta$   
35  $\delta$  kürzer als  $n2$  ist.

$$\begin{aligned}
 TSs(n-1) &= \begin{pmatrix} K2(0) \\ \vdots \\ K2(k) \\ \vdots \\ K2(n2-1-\delta) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E(n-1) \\ \vdots \\ E(k+n-1) \\ \vdots \\ E(n2+n-2-\delta) \end{pmatrix} = \\
 &= K2(0) * E(n-1) + \dots + K2(k) * E(k+n-1) + \dots + K2(n2-1-\delta) * E(n2+n-2-\delta)
 \end{aligned}$$

Die (verkürzte) erste Korrelationssumme  $S_0$  kann dann berechnet werden, wobei im Gegensatz zum oben beschriebenen Verfahren für den letzten Term die verkürzte Teilkorrelationssumme verwendet wird.

$$S_0 = K1(0) * TS(0) + \dots + K1(j) * TS(j * n2 - 1) + \dots + K1(n1 - 1) * TS((n1 - 1) * n2 - 1)$$

Vorteilhafterweise wird die später benötigte nicht verkürzte Teilkorrelationssumme  $TS(i)$  unter Verwendung der gespeicherten Teilkorrelationsfolge  $TSs(i)$  berechnet.

Es ist auch möglich eine verlängerte Signalfolge, also mit mehr als  $n1 * n2$  Werten zu verwenden. Zur Berechnung der Korrelationssummen wird in diesem Fall der erste Teil ( $n1 * n2$  Terme) nach obigem Verfahren berechnet, und außerdem zusätzliche Terme hinzugenommen. Die Korrelationsfolge  $K1(i)$  enthält dazu eine erfindungsgemäße Korrelationsfolge  $K(i)$ , die jedoch um zusätzliche Elemente verlängert ist. Auch dieses Verfahren erlaubt die Generierung von Folgen beliebiger Länge.

In oben eingeführter Nomenklatur wird also eine verlängerte Korrelationsfolge  $K1(i)$  verwendet, deren Länge  $n1$  größer ist als  $n1 * n2$ . Es gilt  $K1(i) = K(i)$  für  $0 \leq i \leq n1 * n2 - 1$ .

Die Berechnung wird analog zum bereits geschilderten Verfahren durchgeführt, nur daß außerdem die zusätzlichen Terme nach einem beliebigen Verfahren, entweder konventionell oder ebenfalls erfindungsgemäß, berechnet werden.

20

$$S0 = K1(0) * TS(0) + \dots + K1(j) * TS(j * n2 - 1) + \dots + K1(n1 - 1) * TS((n1 - 1) * n2 - 1) + \\ + K1(n1) * E((n1 - 1) * n2) + \dots + K1(n1) * E(n1)$$

In einer weiteren Variante des zuletzt aufgeführten Ausführungsbeispiels werden zusätzliche Werte am Anfang und/oder zwischen den (modulierten) Wiederholungen der Signalteilfolge K2 eingefügt. Die nicht eingefügten Elemente werden dann gemäß einem oben stehenden Verfahren weiterverarbeitet, die eingefügten Elemente entweder konventionell oder ebenfalls nach einem erfindungsgemäßen Verfahren.

10

Eine andere Weiterbildung der Erfindung sieht vor mehr als zwei Signalteilfolgen zu verwenden, wobei eine Signalteilfolge selbst aus Signalteilfolgen besteht.

15 Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung macht von der durch das regelmäßige Konstruktionsprinzip der Signalfolge  $K(i)$  bedingten regelmäßigen (fast periodischen) Struktur der aperiodischen Autokorrelationsfunktion dieser Signalfolge Gebrauch. Dies bedeutet, daß sich bei der Suche eines Signals nicht nur ein Haupt-Maximum ergibt, sondern in regelmäßigen Abständen auch Nebenmaxima auftreten. Zur beschleunigten Suche nach der Signalfolge in der Empfangssignalfolge kann man die Regelmäßigkeit der Lage der Maxima ausnutzen. Sobald ein Nebenmaxima gefunden wurde, kann man aufgrund der Periodizität die Lage der anderen Maxima vorhersagen, d.h. man berechnet die Korrelationssumme lediglich an diesen Stellen. Auf diese Weise kann man schnell das Hauptmaximum detektieren. Allerdings kann es sich bei dem vermeintlichen Nebenmaximum auch nur um einen zufällig (wegen des Rauschanteils) erhöhten Wert handeln. In diesem Fall wird man an den potentiellen Stellen des erwarteten Hauptmaximums tatsächlich kein Maximum finden. Daher wird in diesem Fall die Hypothese verworfen und die Berechnung konventionell fortgesetzt.

35 Man kann die durch das Konstruktionsprinzip der Signalfolgen bedingte Regelmäßigkeit der Nebenmaxima aber auch zur Elimini-

nierung und Korrektur störender Nebenmaxima im Korrelationsergebnis ausnutzen. Nach der Detektion des Maximums kann man aus dem Maximum die Nebenmaxima berechnen und diesen Wert von den entsprechenden Korrelationsergebnissen subtrahieren.

- 5 Auf diese Weise erhält man das Korrelationsergebnis einer (hypothetischen) Folge mit perfekter Autokorrelationsfunktion. Dadurch ergibt sich durch die Regelmäßigkeit der Nebenmaxima eine stark vereinfachte Berechnung.
- 10 Die Erfindung ist nicht auf Funkübertragungssysteme beschränkt, sondern kann auch bei Verwendung anderer Übertragungsverfahren z.B. akustischer Verfahren (Ultraschall), insbesondere zu Zwecken der Sonographie, oder optischer Verfahren, beispielsweise die Infrarotmessung nach Lidar-Prinzipien
- 15 eingesetzt werden. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist die Untersuchung von Änderungen der spektralen Zusammensetzung von rückgestreuten Signalen.

- Die Bildung von Signalfolgen, ihre Übertragung, sowie die Berechnung von Korrelationssummen dieser Signalfolgen mit empfangenen Signalfolgen kann in unterschiedlichen technischen Gebieten Anwendung finden:
- 20

- zum Zwecke der Synchronisation zweier Übertragungseinheiten, wie beispielsweise Funkstationen, insbesondere die Verwendung dieser Folgen im Synchronisationskanal in CDMA-Mobilfunksystemen, wie das sich in der Standardisierung befindliche UMTS-System,
- 25
- bei der Datenübertragung mittels durch die Signalfolge gespreizte Sendesymbole bzw. Daten in Bandspreiz (spread spectrum)-Systemen, insbesondere zur Ermittlung von Sendesymbolen bzw. Daten, denen eine derartige Signalform aufmoduliert wurde,
- 30
- in der Meßtechnik zur Entfernungs- und Objektvermessung,
- 35

- zur Bestimmung von Übertragungseigenschaften des zwischen Übertragungseinheiten, wie Sendeeinheit und Empfangseinheit liegenden Übertragungskanals, in der Radarmeßtechnik, um die Lage eines Objektes und /oder weitere von der Geometrie und den spezifischen Reflexionseigenschaften des Objektes abhängige Parameter zu bestimmen, 5
- zur Bestimmung von Übertragungseigenschaften des zwischen Sender und Empfänger befindlichen Übertragungskanals, in der Radarmeßtechnik zur Bestimmung von Parametern eines rückstreuenden Mediums, insbesondere der Ionosphäre, insbesondere durch inkohärente Streuung, 10
- zur Bestimmung von Übertragungseigenschaften des zwischen Übertragungseinheiten, wie Sendeeinheit und Empfangseinheit liegenden Übertragungskanals, insbesondere zur Bestimmung von Mehrwegeausbreitungen in der Meßtechnik oder Kommunikationstechnik. Dabei werden mittels des Korrelationsergebnisses während der Kommunikation die sich zeitlich ändernden Ausbreitungseigenschaften des Übertragungskanals (Kanalimpulsantwort) ermittelt. Insbesondere werden zusätzliche Pfade der Mehrwegeausbreitung ermittelt. Dazu können die Signalfolgen  $K(i)$  auch in Form einer Mittambel innerhalb eines Funkblockes übertragen werden. Diese Kenntnis kann dann in einer ansonsten konventionellen Empfangseinheit weiterverwendet werden. 15 20 25

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Bildung einer Signalfolge  $K(i)$  der Länge  $n$ , bei dem
  - 5 - die Signalfolge  $K(i)$  auf einer ersten Signalteilfolge  $K1(j)$  der Länge  $n1$  und einer zweiten Signalteilfolge  $K2(k)$  der Länge  $n2$  basiert, wobei
    - sich die zweite Signalteilfolge  $K2(k)$   $n1$  mal wiederholt und dabei mit der ersten Signalteilfolge  $K1(j)$  moduliert
  - 10 wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Bildung der Signalfolge  $K(i)$  durch Modulation der zweiten Signalteilfolge  $K2(k)$  nach folgender Vorschrift erfolgt:
  - 15  $K(i) = K2(i \bmod n2) * K1(i \text{ div } n2)$ .
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Bildung und/oder Übertragung der Signalfolge  $K(i)$ 
  - zur Synchronisation mindestens zweier Übertragungseinheiten
  - 20 (MS,BS), oder
  - zur Aufmodulation auf Daten gemäß einer Bandspreiztechnik, oder
  - zur Ermittlung von Objektausmaßen oder Objekteigenschaften, oder
  - 25 - zur Bestimmung von Übertragungseigenschaften des zwischen Übertragungseinheiten liegenden Übertragungskanals, oder
  - zur Bestimmung der Lage eines Objektes und /oder weiterer von der Geometrie und/oder den spezifischen Reflexionseigenschaften des Objektes abhängiger Parameter, oder
  - 30 - zur Bestimmung von Parametern eines rückstreuenden Mediums erfolgt.
4. Verfahren zur Ermittlung einer in einer Empfangssignalfolge  $E(l)$  enthaltenen vorgegebenen Signalfolge  $K(i)$ , die gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 erhältlich ist, durch die Bestimmung der Korrelationssummen  $S$  der
- 35

Signalfolge  $K(i)$  mit entsprechenden Abschnitten der Empfangssignalfolge  $E(l)$ , bei dem

- eine Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  der Signalteilsteilfolge  $K_2(k)$  mit entsprechenden Teilen der Empfangssignalfolge  $E(l)$  berechnet wird, und
- zur Berechnung einer Korrelationssumme  $S$   $n_1$  Elemente der Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  ausgewählt werden und im Sinne eines Skalarproduktes mit der Signalteilsteilfolge  $K_1(j)$  multipliziert werden.

10

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem zur Berechnung einer Korrelationssumme  $S$   $n_1$  jeweils  $n_2$ -te Elemente der Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  ausgewählt werden.

15

6. Verfahren zur Ermittlung einer in einer Empfangssignalfolge  $E(l)$  enthaltenen vorgegebenen Signalfolge  $K(i)$ , die gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 erhältlich ist, durch die Bestimmung der Korrelationssummen  $S$  der Signalfolge  $K(i)$  mit entsprechenden Abschnitten der Empfangssignalfolge  $E(l)$ , bei dem
- eine Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  der Signalteilsteilfolge  $K_1(j)$  mit ausgewählten Elementen der Empfangssignalfolge  $E(l)$  berechnet wird, und
  - zur Berechnung einer Korrelationssumme  $S$   $n_2$  Elemente der Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  im Sinne eines Skalarproduktes mit der Signalteilsteilfolge  $K_2(k)$  multipliziert werden.

20

25

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem zur Berechnung einer Teilkorrelationssumme  $TS$   $n_1$  jeweils  $n_2$ -te Elemente der Empfangssignalfolge  $E(l)$  ausgewählt werden.

30

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, bei dem berechnete Teilkorrelationssummen  $TS$  abgespeichert werden und zur Berechnung einer weiteren Korrelationssumme  $S$  verwendet werden.

35

9. Verfahren zur Übertragung von Daten, bei dem eine Signalfolge  $K(i)$  nach einem der Ansprüche 1 bis 3 in einer sendenden Einheit (BS) gebildet wird und diese Signalfolge  $K(i)$  nach einem der Ansprüche 4 bis 8 in einer empfangenden Einheit (MS) ermittelt wird.

10. Verfahren zur Synchronisation einer Basisstation (BS) mit einer Mobilstation (MS), bei dem

- die Basisstation eine Signalfolge  $K(i)$ , die durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 erhältlich ist, aussendet.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem

- die Signalfolge  $K(i)$  durch eine Mobilstation nach einem der Ansprüche 4 bis 8 ermittelbar ist.

12. Verfahren zur Synchronisation einer Basisstation (BS) mit einer Mobilstation (MS), bei dem

- die Basisstation eine Synchronisationsfolge  $K(i)$  der Länge 256 aussendet, die dadurch bildbar ist, daß
- eine zweite Signalteilfolge  $K2(k)$  der Länge 16 16 mal wiederholt wird und dabei durch eine erste Signalteilfolge  $K1(j)$  der Länge 16 moduliert wird, und
- eine Mobilstation diese Synchronisationsfolge ermittelt.

13. Sendeeinheit (BS) mit

- Multiplikationsmitteln (DSP) zur Bildung einer Signalfolge  $K(i)$  nach einem der Ansprüche 1 bis 3, und

Mitteln zur Aussendung dieser Signalfolge  $K(i)$  zum Zwecke der Synchronisation mit einer Empfangseinheit (MS).

14. Sendeeinheit (BS) nach Anspruch 13, mit

- Additionsmitteln (DSP) zur Bildung einer Signalfolge  $K(i)$  nach einem der Ansprüche 1 bis 3.

15. Sendeeinheit (BS) mit

Mitteln (SPE) zur Speicherung einer Signalfolge  $K(i)$ , die durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 erhältlich ist, und

5 Mitteln zur Aussendung dieser Signalfolge  $K(i)$  zum Zwecke der Synchronisation mit einer Empfangseinheit (MS).

16. Sendeeinheit (BS) mit

Mitteln (SPE) zur Speicherung eines Signalteilstfolgenpaares  $(K1(j), K2(k))$ ,

10 Mitteln zur Bildung einer Signalfolge  $K(i)$  nach einem der Ansprüche 1 bis 3, und

Mitteln zur Aussendung dieser Signalfolge  $K(i)$  zum Zwecke der Synchronisation mit einer Empfangseinheit (MS).

15 17. Empfangseinheit (MS) mit

- Additionsmitteln (DSP) zur Ermittlung einer Signalfolge  $K(i)$ , die nach einem der Ansprüche 1 bis 3 erhältlich ist, und

20 - Speichermitteln (SPE) zur Speicherung von Zwischenergebnissen (TS).

18. Empfangseinheit (MS) nach Anspruch 17, wobei zur Ermittlung einer Signalfolge Korrelationen mit der Signalfolge gebildet werden.

25

19. Empfangseinheit (MS) nach einem der Ansprüche 17 bis 18, mit

30 - Multiplikationsmitteln (DSP) zur Ermittlung einer Signalfolge  $K(i)$ , die nach einem der Ansprüche 1 bis 3 erhältlich ist.

20. Empfangseinheit (MS) mit

35 - Mitteln (SPE) zur Speicherung eines Signalteilstfolgenpaares  $(K1(j); K2(k))$ , aus dem nach einem der Ansprüche 1 bis 3 eine Signalfolge  $K(i)$  erhältlich ist,

- Mitteln zum Empfang einer Empfangssignalfolge  $E(l)$ , und

- Mitteln zur Ermittlung einer Signalfolge  $K(i)$  nach einem der Ansprüche 4 bis 8.

21. Empfangseinheit (MS) mit

- 5 Mitteln (SPE) zur Speicherung einer Signalfolge  $K(i)$ , die nach einem der Ansprüche 1 bis 3 erhältlich ist, und Mitteln zur Ermittlung einer Signalfolge  $K(i)$ , die nach einem der Ansprüche 1 bis 3 erhältlich ist.

FIG 1

1/10

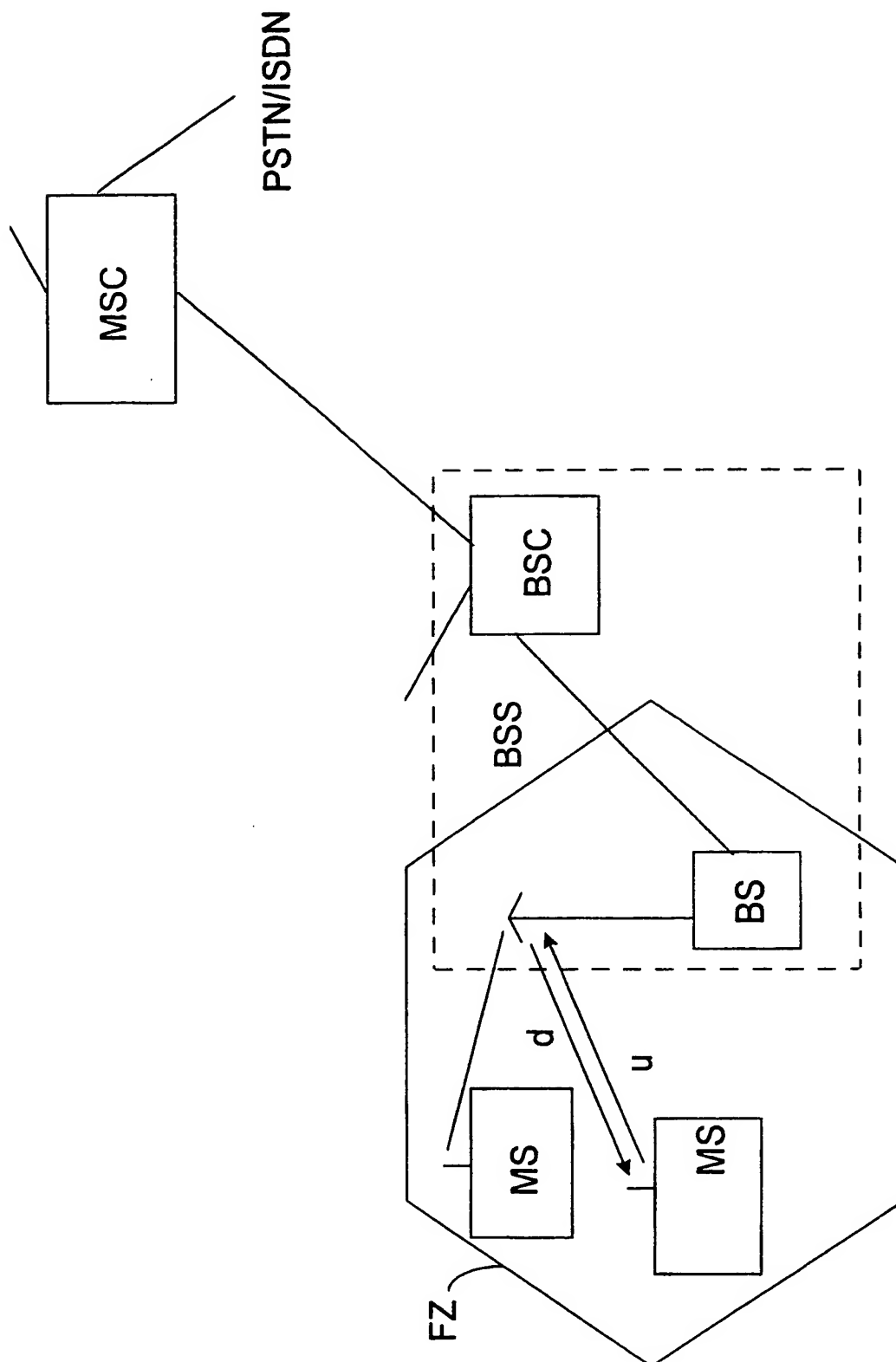


FIG 2

2/10

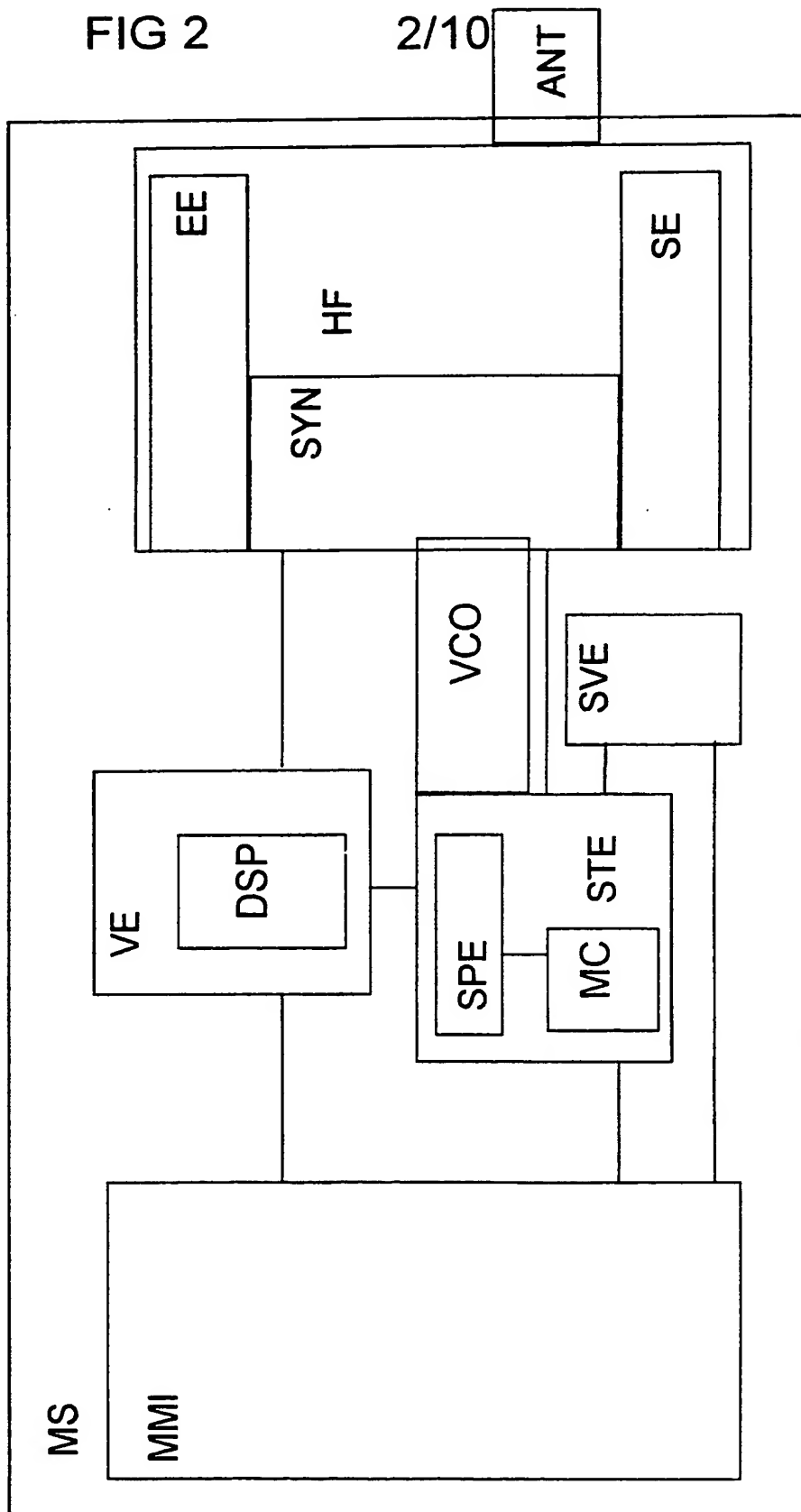


FIG 3

3/10

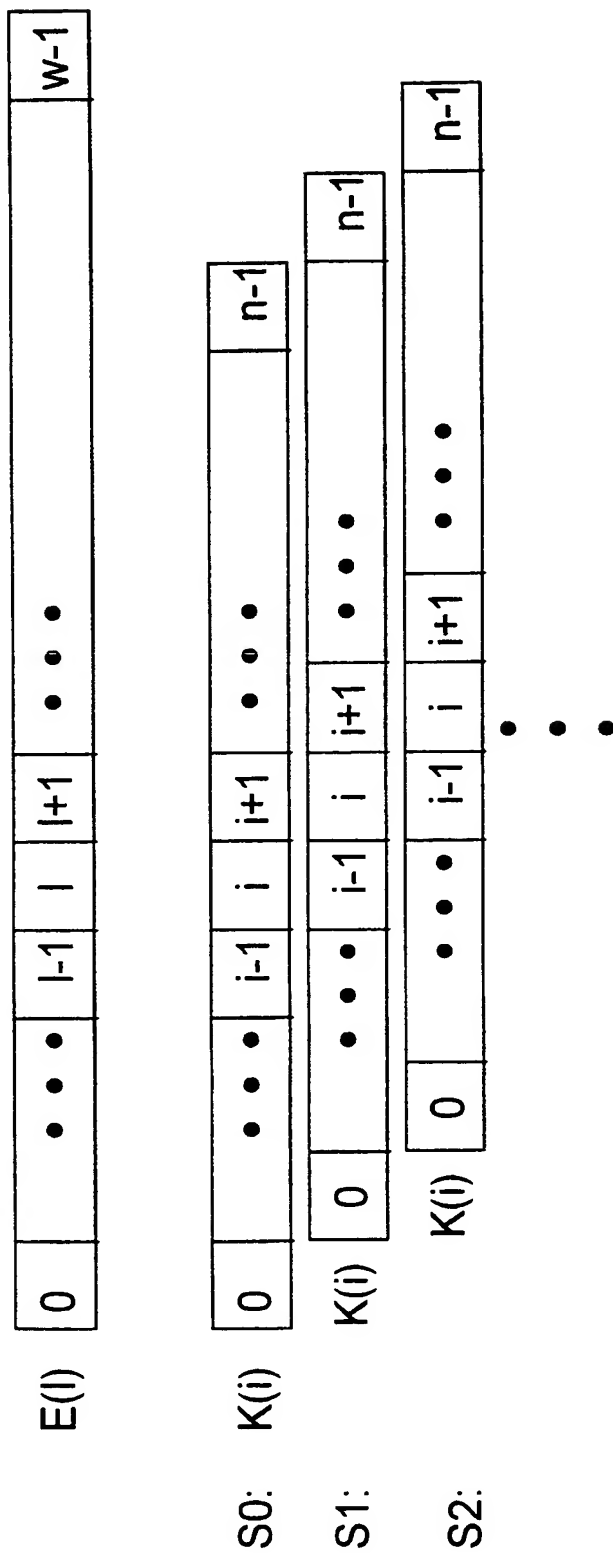


FIG 4

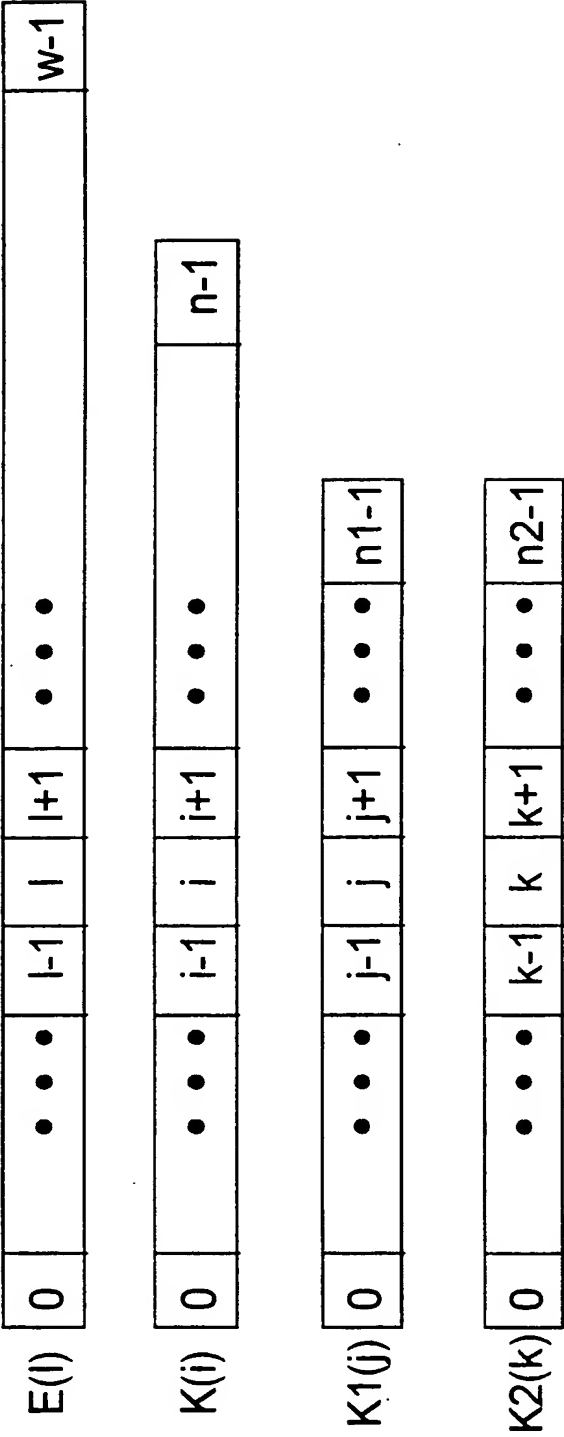


FIG 5

5/10

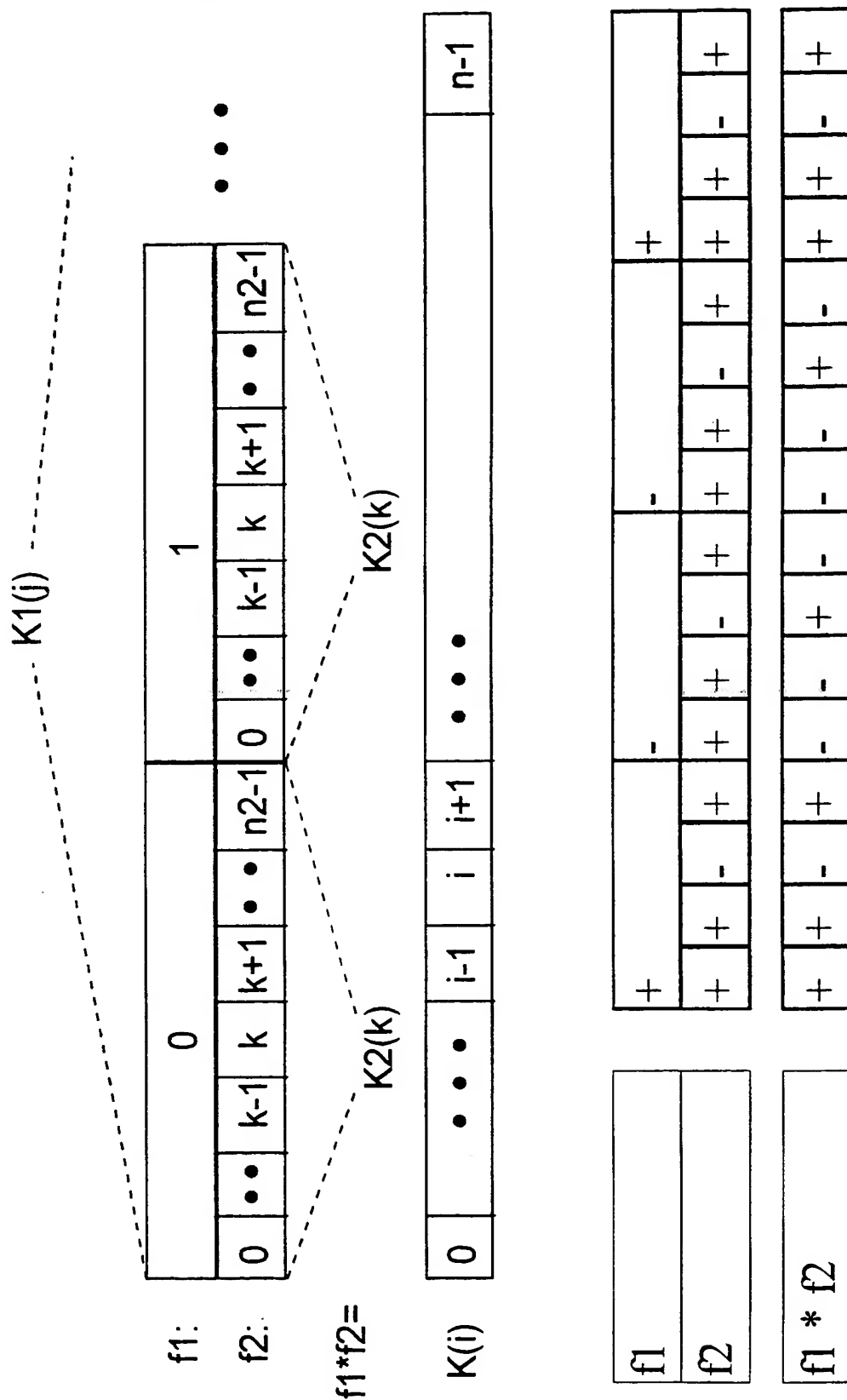


FIG 6

6/10

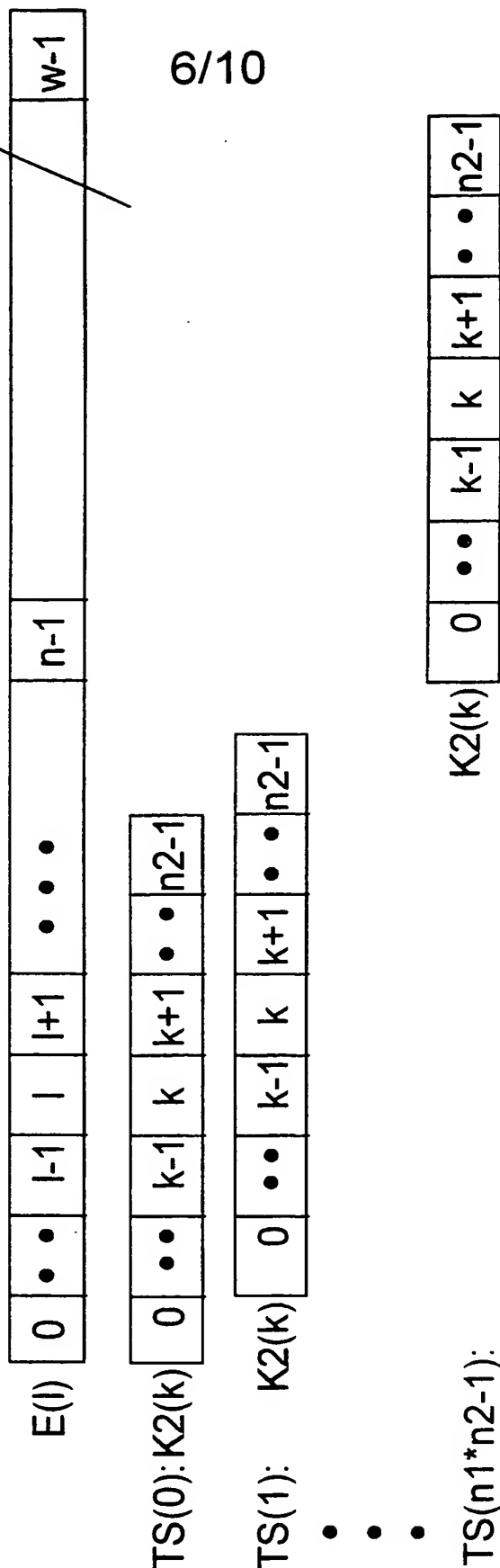


FIG 7

7/10

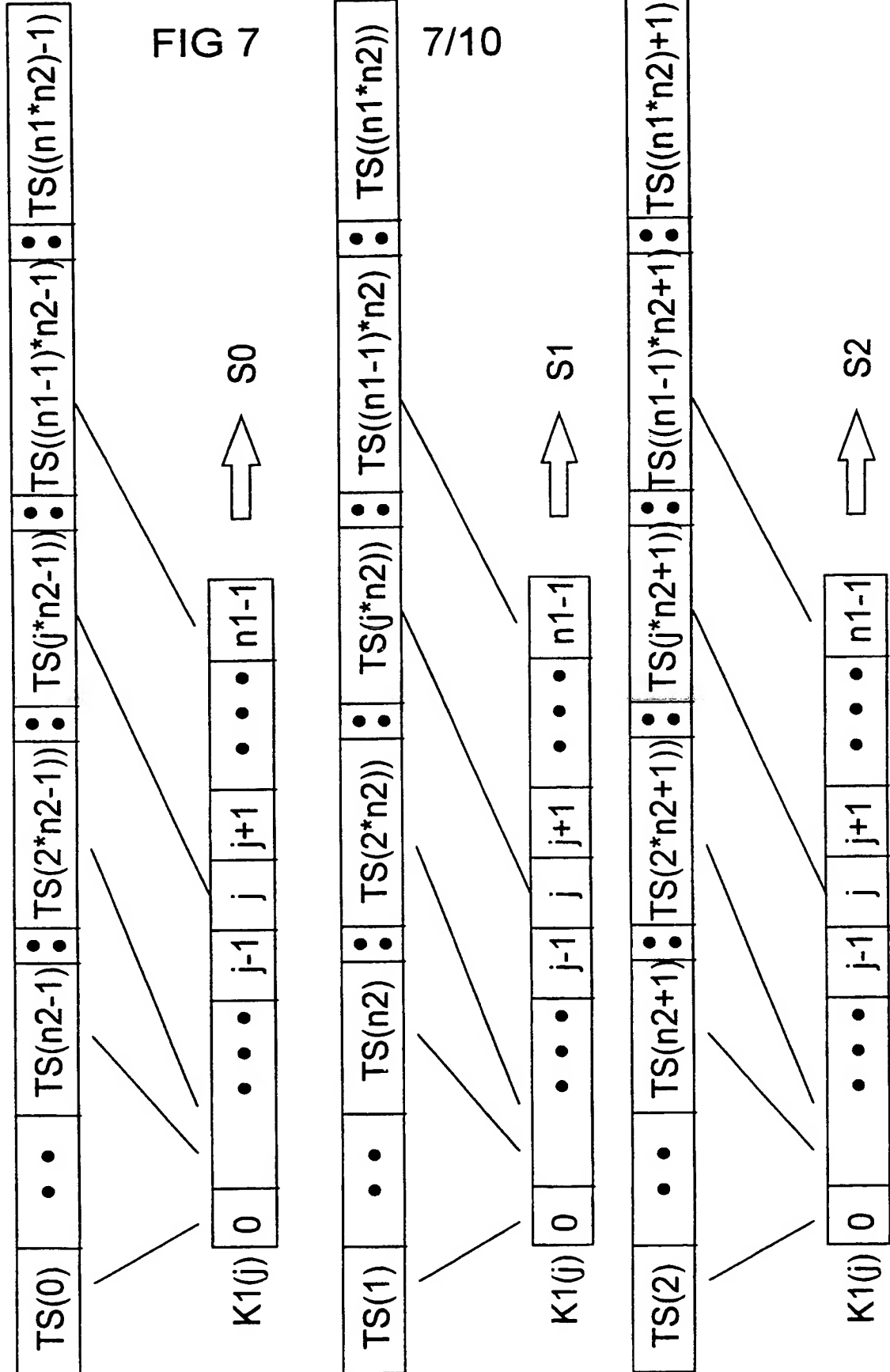


FIG 8

8/10

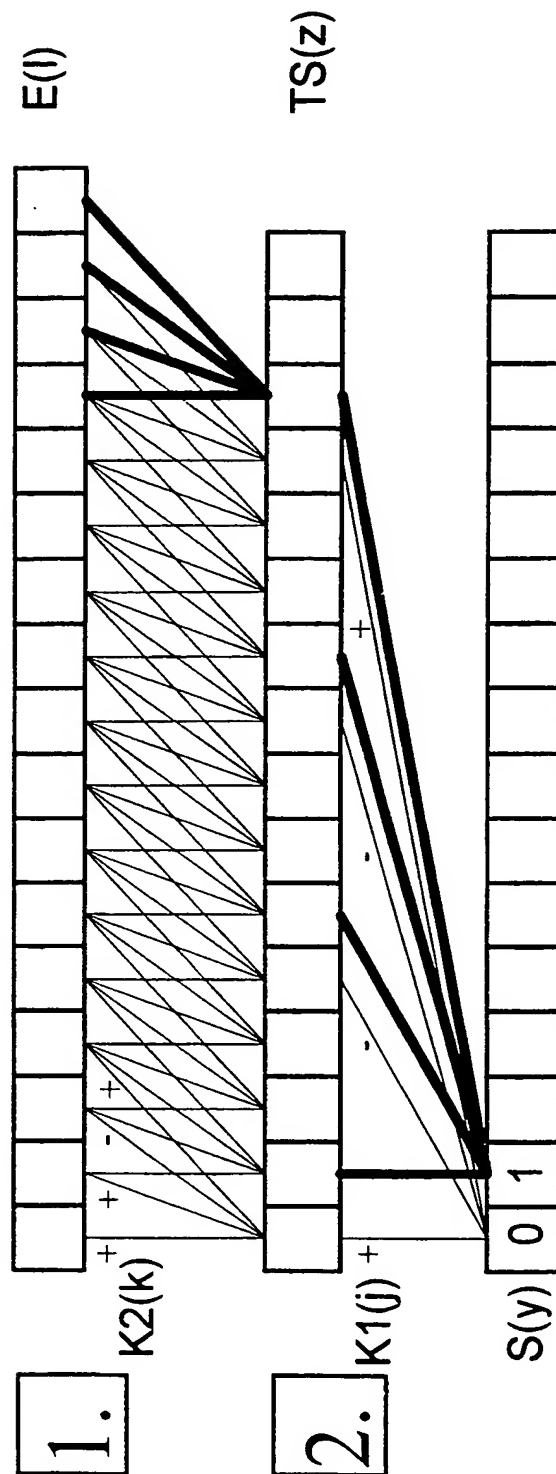


FIG 9

9/10

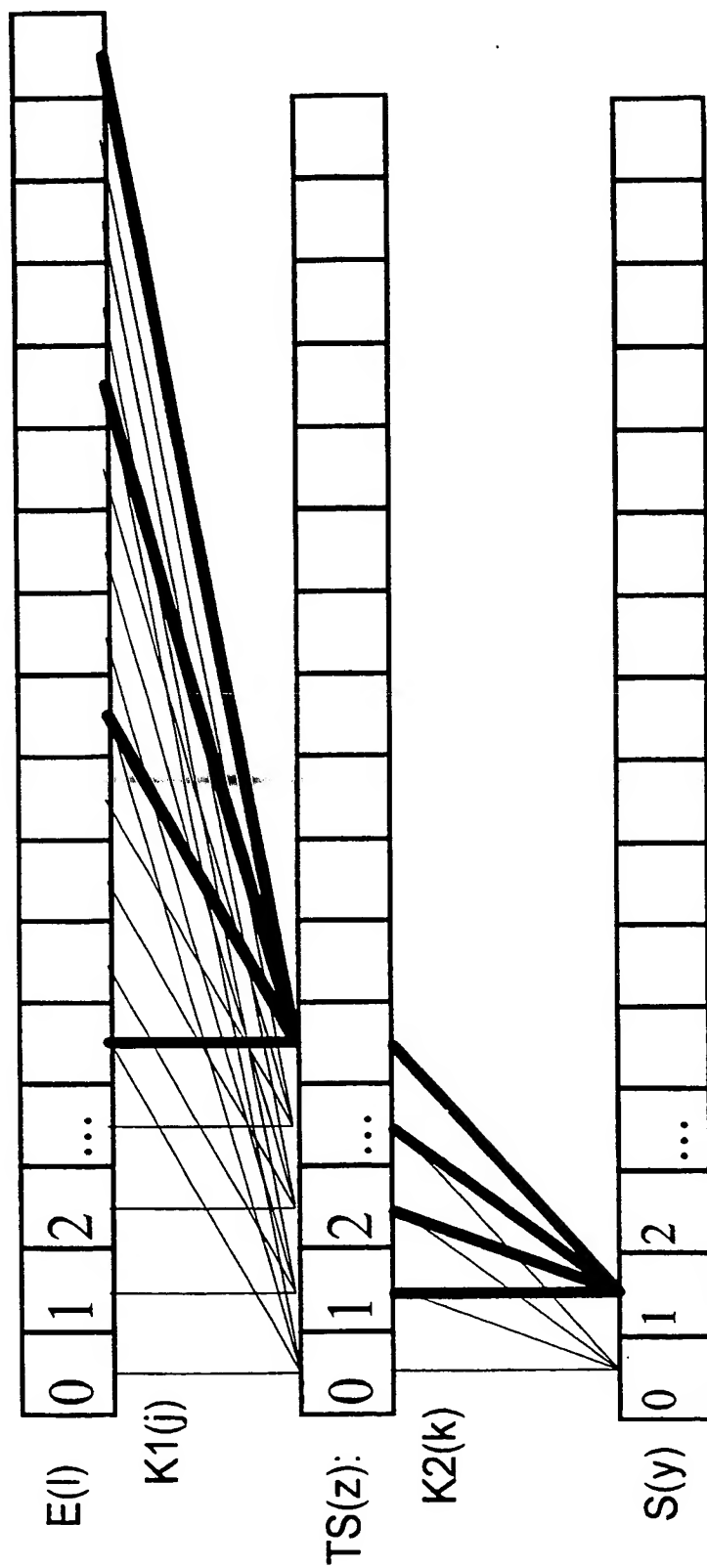
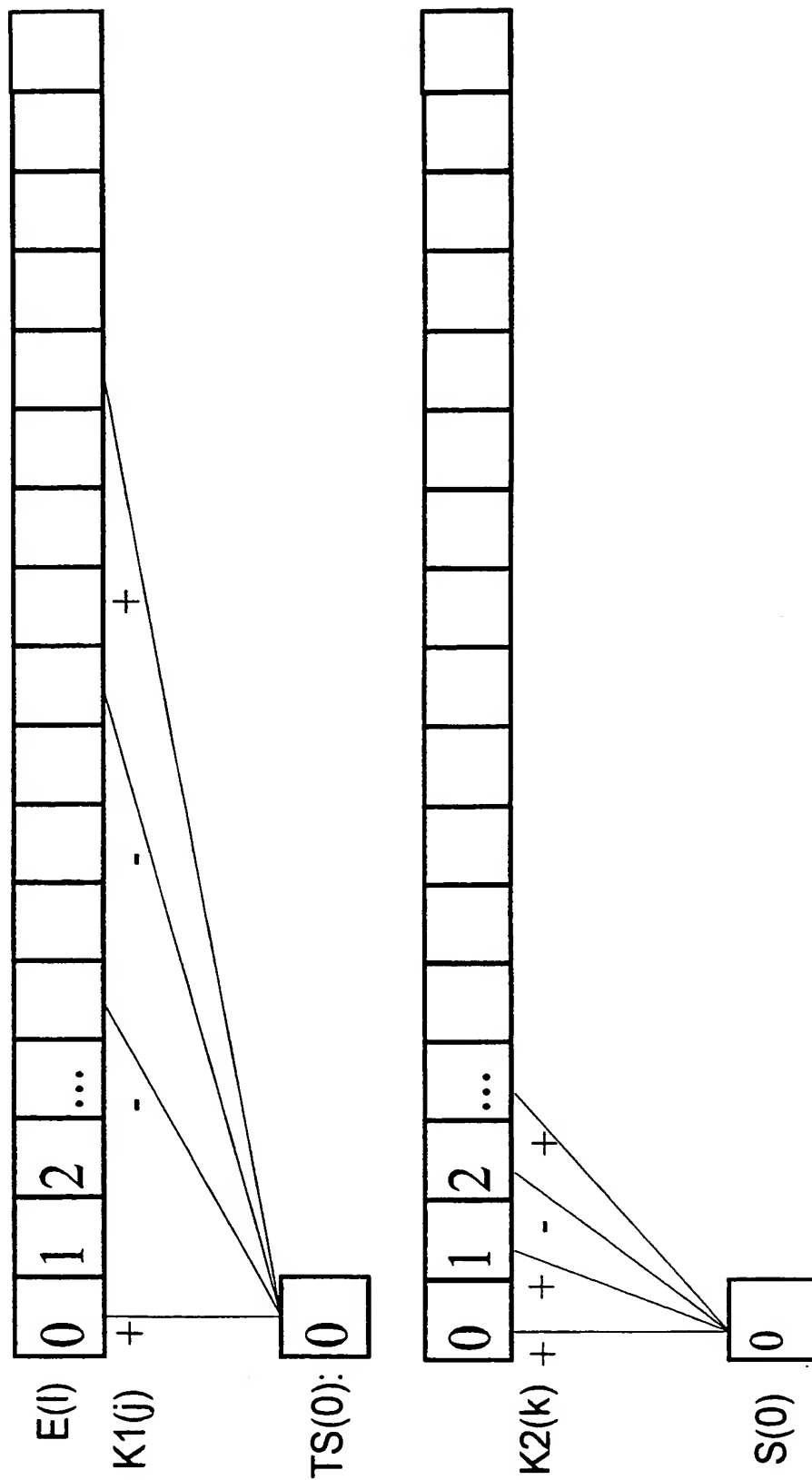


FIG 10

10/10



**This Page Blank (uspto)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No.

PCT/DE 99/02779

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 7 H04J13/00 H04B7/26 H04B1/707

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04J H04L H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 559 829 A (OLIVIER RENE ET AL) 24 September 1996 (1996-09-24) column 2, line 25 - line 37 column 3, line 16 - column 4, line 5 column 7, line 44 - line 67; figure 1	1-3, 10, 12
X	WO 96 39749 A (SCOTT LOGAN ;OMNIPOINT CORP (US)) 12 December 1996 (1996-12-12) page 89, line 20 -page 90, line 7	1, 3, 10
A	figures 8A, 8B, 9, 13A, 13B	4-9, 11-21



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 February 2000

Date of mailing of the international search report

15/03/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 851 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Pleper, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No.

PCT/DE 99/02779

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MASKARA S L ET AL: "CONCATENATED SEQUENCES FOR SPREAD SPECTRUM SYSTEMS" IEEE TRANSACTIONS ON AEROSPACE AND ELECTRONIC SYSTEMS,US,IEEE INC. NEW YORK, vol. AES-17, no. 3, May 1981 (1981-05), pages 342-350, XP000791008 ISSN: 0018-9251 page 344, left-hand column, paragraph 2 -right-hand column, paragraph 3 page 345, right-hand column, last paragraph page 348, right-hand column, paragraph 2	1,3
A	figures 2A-4	4-21
A	DE 43 18 368 C (SIEMENS AG) 14 July 1994 (1994-07-14) abstract column 1, line 56 -column 2, line 55 column 3, line 23 - line 52 column 6, line 9 - line 16; figure 1	4-9,11, 17-21
A	MILSTEIN L B: "Some statistical properties of combination sequences" IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY, MARCH 1977, USA, vol. IT-23, no. 2, pages 254-258, XP000877014 ISSN: 0018-9448 page 254, left-hand column, paragraph 1 -right-hand column, paragraph 5; table 1	1-3,12
A,P	NN: "UMTS ; Physical Channel Structure" ETSI TR 101 397 ; UMTS 20.04 VERSION 3.0.1,October 1998 (1998-10), pages 33-38, XP002131576 Nizza , FR the whole document	1-3,12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

Intern. Application No

PCT/DE 99/02779

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5559829	A	24-09-1996	FR 2712444 A	19-05-1995
			AU 683694 B	20-11-1997
			AU 7752994 A	18-05-1995
			CA 2135459 A	11-05-1995
			CN 1124439 A	12-06-1996
			EP 0652647 A	10-05-1995
			FI 945230 A	11-05-1995
			JP 7202752 A	04-08-1995
			NZ 264805 A	26-11-1996
WO 9639749	A	12-12-1996	US 5959980 A	28-09-1999
			US 5802046 A	01-09-1998
			US 5745484 A	28-04-1998
			US 5689502 A	18-11-1997
			AU 6025796 A	24-12-1996
			BR 9608548 A	06-07-1999
			CA 2223321 A	12-12-1996
			CN 1192300 A	02-09-1998
			EP 0873593 A	28-10-1998
DE 4318368	C	14-07-1994	US 5987079 A	16-11-1999
			WO 9428652 A	08-12-1994
			DE 59409009 D	20-01-2000
			EP 0700611 A	13-03-1996
			US 5727018 A	10-03-1998

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. nation. Aktenzeichen

PCT/DE 99/02779

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H04J13/00 H04B7/26 H04B1/707

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04J H04L H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 559 829 A (OLIVIER RENE ET AL) 24. September 1996 (1996-09-24) Spalte 2, Zeile 25 - Zeile 37 Spalte 3, Zeile 16 - Spalte 4, Zeile 5 Spalte 7, Zeile 44 - Zeile 67; Abbildung 1 ---	1-3, 10, 12
X	WO 96 39749 A (SCOTT LOGAN ; OMNIPPOINT CORP (US)) 12. Dezember 1996 (1996-12-12) Seite 89, Zeile 20 - Seite 90, Zeile 7 Abbildungen 8A, 8B, 9, 13A, 13B ---	1, 3, 10
A	---	4-9, 11-21
	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. Februar 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

15/03/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 91 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pieper, T

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	MASKARA S L ET AL: "CONCATENATED SEQUENCES FOR SPREAD SPECTRUM SYSTEMS" IEEE TRANSACTIONS ON AEROSPACE AND ELECTRONIC SYSTEMS,US,IEEE INC. NEW YORK, Bd. AES-17, Nr. 3, Mai 1981 (1981-05), Seiten 342-350, XP000791008 ISSN: 0018-9251 Seite 344, linke Spalte, Absatz 2 -rechte Spalte, Absatz 3 Seite 345, rechte Spalte, letzter Absatz Seite 348, rechte Spalte, Absatz 2	1,3
A	Abbildungen 2A-4	4-21
A	DE 43 18 368 C (SIEMENS AG) 14. Juli 1994 (1994-07-14) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 56 -Spalte 2, Zeile 55 Spalte 3, Zeile 23 - Zeile 52 Spalte 6, Zeile 9 - Zeile 16; Abbildung 1	4-9,11, 17-21
A	MILSTEIN L B: "Some statistical properties of combination sequences" IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY, MARCH 1977, USA, Bd. IT-23, Nr. 2, Seiten 254-258, XP000877014 ISSN: 0018-9448 Seite 254, linke Spalte, Absatz 1 -rechte Spalte, Absatz 5; Tabelle 1	1-3,12
A,P	NN: "UMTS ; Physical Channel Structure" ETSI TR 101 397 ; UMTS 20.04 VERSION 3.0.1,Oktober 1998 (1998-10), Seiten 33-38, XP002131576 Nizza , FR das ganze Dokument	1-3,12

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/02779

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5559829 A	24-09-1996	FR 2712444 A	19-05-1995
		AU 683694 B	20-11-1997
		AU 7752994 A	18-05-1995
		CA 2135459 A	11-05-1995
		CN 1124439 A	12-06-1996
		EP 0652647 A	10-05-1995
		FI 945230 A	11-05-1995
		JP 7202752 A	04-08-1995
		NZ 264805 A	26-11-1996
WO 9639749 A	12-12-1996	US 5959980 A	28-09-1999
		US 5802046 A	01-09-1998
		US 5745484 A	28-04-1998
		US 5689502 A	18-11-1997
		AU 6025796 A	24-12-1996
		BR 9608548 A	06-07-1999
		CA 2223321 A	12-12-1996
		CN 1192300 A	02-09-1998
		EP 0873593 A	28-10-1998
		US 5987079 A	16-11-1999
DE 4318368 C	14-07-1994	WO 9428652 A	08-12-1994
		DE 59409009 D	20-01-2000
		EP 0700611 A	13-03-1996
		US 5727018 A	10-03-1998